

## オルガンづくりとメカトロニクス

10月号でも話題にしましたが、研究室の卒業研究のテーマの一つとして、パイプオルガンづくりをしています。神学校から始まった本学にはオルガンを備えた礼拝堂があり、日々の礼拝での演奏に加え、コンサートもあります。教員にもオルガン演奏の専門家があり、演奏するほか、宗教音楽の研究組織もあります。1年半ほど前に、たまたまその先生と昼食を同席したことがあり、オルガンとメカ・メカトロの関係の深さを知り、主要開発テーマとして取り組み始めました。

楽器はそもそも、機械工学の各分野と関連があります。以前の話題のように振動や共振という点でつながりがあるほか、楽器によってはメカ部分があつて、材料や加工、機構の点では機械工学の対象といえるでしょう。

一方で、楽器のメカトロ化は、一部に自動演奏はありますが、それほどは進んでいません。そもそも、楽器というものの使われ方を考えると、あるいは感性的な面からも、機械化・自動化はあまり好まれないと思います。そのなかにあつて、オルガンはメカトロ化も含めて、機械とのつながりが深い楽器です。本学のオルガンも裏のほうには制御回路ボックスがある、メカトロシステムです。

関心がある方はぜひネット検索をしていただくと面白い資料が多く見つかりますが、簡単に構造、原理を説明します。オルガンは外見的にはパイプ

が林立していますが、このパイプ1本ずつが1音の発生器です。木管・金管楽器は1本の筒で音高を変えて出せる仕掛けであることに對して、1本1音なので、必然的に多数のパイプが並びます。見た目に木管、金属管がありますが、機械振動する部材(リード)で基本的な振動をつくってパイプで共鳴させるリード管と、リコーダーやホイッスルと同様に薄い空気の流れの振動によるフルー管とも分けられます。さらにパイプの形状によって、ほかの楽器の音色を模倣するような音をつくり出すことができ、1台の楽器装置でありながら、合奏するかのような演奏ができます。

これを実現するために、大規模な機構が組み込まれています。まず、パイプ1本の出力の決定には、鍵盤とストップという2系統の操作の組合わせがあります。鍵盤はほかの楽器同様、音高(ドレミ)を決めます。ストップは音色=パイプの種類を選択します。パイプは風箱と呼ばれる空気のオンオフを決める装置の上に横、奥行き方向に並べてあります。まず、穴の多数あいたスライダが左右に動くことで、ある音色のパイプの有効無効を決め、この操作をするものがストップです。一方、鍵盤は音高ごとのバルブの開閉をしますが、このあとに各スライダを介してパイプ群がつながっているため、ストップで有効にしたパイプ群に含まれる、同音高のパイプに同時に空気が流れ

**熊谷正朗**—KUMAGAI MASA-AKI—

東北学院大学 工学部 機械知能工学科 教授

東北学院大学工学部 教授／仙台市地域連携フェロー(ロボットメカトロ系担当)。2000年東北大学大学院工学研究科修了、博士(工学)、同大助手。03年東北学院大学講師、助教授、准教授を経て、現在に至る。ロボメカ系開発を専門とし、メカの設計からマイコンやサーバのソフト開発までを行う。「基礎からのメカトロニクス講座」や地域企業訪問も実施中。



ます。つまり、鍵盤一つで和音や合奏のような効果が得られます。さらにこのグループがたとえば3セット(手鍵盤が2段、足下の鍵盤)あり、全体で30群×56音といったパイプ群を扱います。

演奏者による鍵盤類の操作で動作させるため、鍵盤から風箱までメカ的なリンクでつながっています。オルガンの裏には平行に走る多数の長い棒や向きを変えるL字のリンクが並んでいます。そのなかでも特徴的な仕掛けがローラーボードです。オルガンではしばしば、中央部に細く短い管が、左右両端のほうに太く長い管が配置されますが、このパイプの長さは音高に対応しています。つまり、鍵盤では左が低音、右が高音なのに対して、これとは異なる配列でパイプが並んでおり、横方向の大規模なリンクの入れ替えが必要になります。これを、腕を2本つけた回転揺動するシャフトを多数並べることで実現しています。

オルガンはこのようにメカ装置ですが、部分的にメカトロ化しています。具体的には、ストップの操作が、電気的なスイッチ+直動アクチュエータになっているものがあります。ストップはパイプ群の選択機構であり、曲に応じて、または曲途中で、使用するパイプの組を切り替えます。いくつものストップを操作することは大変なので、電子回路で記憶させておき、ボタン一つで一気に切り替えられる、という機能が付加されています。

一方、鍵盤から先は、ものによってはかなりの長さでもリンクで引っ張っています。

以上のように、パイプオルガンとその操作は、楽器であり、音楽ではありますが、ものとしては機械工学・メカトロの範疇で、その機構説明ができる小型模型をつくる、というテーマをメインに取り組んでいます。その大きな課題の一つは金属パイプの製作です。オルガンというと銀色のパイプが並んでいるイメージがありますが、オルガンメタルという、鉛と錫の合金でできています。もちろん、パイプは市販されておらず、板も流通していません。そのため、鉛・錫・その合金(実は半田と同組成)を調達し、電気炉で融かし、板状にし、圧延して、と素材レベルから試作しています。このあたりにも機械の知識が活きてきますし、パイプは半田付けで組み立てますが、電子回路の工作スキルが役立ちました。

楽器であるオルガンとメカトロニクス、分野がまったく異なるようで、このオルガン開発に役立つメカトロ経験がいろいろありました。さすがに楽器づくりまで手を出すことはそうそうないとは思いますが、メカトロニクスをひととおりやる、ということは、その部分部分を活用することで幅広い可能性があるということは間違いないことでしょう。